21

Ueber den

Bau des Pflanzenstammes,

von

A. J. C. CORDA,

Custos des zoolog. Kabinets am böhm. Nationalmuseum zu Prag.

(Aus Dr. W. R. Weitenweber's Beiträgen zur gesammten Natur- und Heilwissenschaft, Prag 1836 *I. Bandes 2. Heft.)*

PRAG,

In Commission bei Kronberger und Weber.

1836.

Nachfolgende kleine Arbeit wurde im Jahre 1833 geschrieben, und zu Anfang des Jahres 1834 der hohen königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegt. Sie entstand durch Mohl's grossartiges Palmenwerk, und durch die in letzterem veröffentlichten Wahrheiten, verglichen mit meinen früher gemachten Untersuchungen. Die hohe Akademie forderte meine Erfahrungen und Ansichten über den Bau der Palmen, und bezweckte gleichzeitig auf eine edle Weise und ehrenvolle Form eine grossartige Unterstützung für mich und meine Studien. Nur durch ein rastloses Streben für Natur und Wahrheit kann und werde ich der hohen Akademie und ihrer edlen Mitglieder, so wie auch ihrer Wohlthaten mich würdig zu zeigen trachten.

Folgende Abhandlung übergebe ich hiemit dem Publikum, in der Hoffnung, dass jeder auch noch so kleine Beitrag im Gebiethe der Naturwissenschaften nützlich, und oft angenehm sei, mithin auch sie; diess um so mehr, da die trefflichen Arbeiten Mohl's bisher nur Zweifel oder Widerspruch gefunden haben und missverstanden wurden, wie es Decandolle, Duvernoy und einige neuere deutsche Pflanzenphysiologen gethan. Die Erfahrungen können sich nur stets erweitern, und müssen bei allen wahrheitsliebenden Forschern sich gleichen; die Deutungen aber sind individuell, und jede neue originelle, logisch geordnete Deutung einer gemachten Erfahrung ist ein neuer schätzbarer Beitrag zur Wissenschaft selbst.

Da diese Blätter geschrieben wurden, war Prof. Mohl's Arbeit über die Baumfarren noch nicht erschienen, eben so die Arbeiten von A. Decandolle, Duvernoy, Treviranus, Ch. Gaudichaud und Andern. Da ich aber im Texte durchaus nichts wesentliches ändern wollte, und überdiess die der Originalabhandlung beigefügten Zeichnungen hier wegbleiben müssen, so ersuche ich den geneigten Leser mir nicht etwannige Unkenntniss der Literatur vorzuwerfen, auch die kleine geschichtliche, skizzirte Einleitung gütigst zu beurtheilen; und obgleich sie mit der von Mohl (in der botanischen Zeitung. 1835. No. 8. p. 114) Gegebenen Ähnlichkeit hat, so dürfte selbe doch nicht überflüssig seyn, sondern zur Verständlichkeit des später folgenden wesentlich beitragen.

Der Versuch, die gesammten Pflanzen nach der Art ihres Wachsthums in grosse Sectionen zu theilen, wurde zuerst von Desfontaines gemacht, indem er die Stämme einiger Palmen als Monokotyledonarpflanzen mit denen der Bäume als dikotyledonarer Pflanzen verglich. Er glaubte nach seinen, wahrscheinlich an Querschnitten gemachten Beobachtungen, dass der Stamm der ersteren von innen nach aussen sich vergrössere oder wachse, indem er die in der Mitte des Stammes zerstreut liegenden Holzbündel als die jüngst gebildeten, und die am Umfange desselben liegenden, meist weniger entwickelten als die älteren betrachtete. Dieser Ansicht zufolge war es bei den Stämmen dikotyledonarer Gewächse umgekehrt; da bei diesen der, jedes Jahr neu gebildete Holzring sich stets über den alten nach aussen legt, oder sich zwischen ihn und die Rinde einschiebt.

A. P. De-Candolle ergriff sowohl in der Théorie élémentaire als der Organographie begierig die Desfontaines'sche Meinung, sich freuend über das Auffinden konsequenter Gegensätze sowohl, als auch, dass die Monokotyledonarpflanzen gerade diejenigen seien, welche einen endogenen, und die Dikotyledonarpflanzen diejenigen, die einen exogenen Wachsthum besitzen.

J. J. P. Moldenhawer, der grösste und scharfsinnigste der bekannten Pflanzenanatomen, zeigte, dass der Stamm der Dattelpalme anders als Desfontaines angegeben, wachse. Er wies nach, dass die Gefäss- oder Holzbündel der Dattelpalme in dem äusseren, von dünnen dichtverwebten Bündeln gebildeten harten Kreise entspringen, dann allmählig zwischen den sie umgebenden nach innen und oben laufen, bis sie ohngefähr die Mitte des Querdurchmessers des Stammes erreicht, sich nun schnell nach aussen biegen, den harten äusseren Ring durchbohren, und so zu den Blättern oder Blüthenorganen gelangen; — ferner: dass der harte peripherische Kreis von den Spitzen oder untern Enden der hier dichtverflochtenen Gefässbündel gebildet werde; dass jeder einzelne Bündel sich an der Aussenfläche dieses Kreises bilde, und später erst nach innen biege, um wieder sehr entfernt von seinem Ursprunge den Kreis zu durchbohren; dass daher der Wachsthum der Dattelpalme von aussen nach aussen erfolge, und mithin gleich dem der Stämme dikotyledonarer Pflanzen sei.

Aber Moldenhawer wurde vergessen! — deutsche, französische und englische Naturforscher, ja ich möchte sagen: die aller Nationen schlossen sich nun an Desfontaine. Lindley und sein Uebersetzer *)

---

*) siehe Flora 1833. B. 1.

sagten sogar: am Stamme der Monokotyledonen sei kein Mark, kein Holz und keine Rinde unterscheidbar! — Der Stamm der Cycadeen wurde dem Palmenstamme gleichgestellt; und doch haben die Cycadeen und hatten auch damals schon zwei Samenlappen. — Dasselbe Schicksal hatte der Farrenstamm.

Endlich zeigte Hr. Adolph Brongniart (im 16. Bande der Annales des sciences naturelles p. 380 — 401), dass der Stamm der Cycadeen gleich dem der Coniferen gebaut sei, und der bereits viel bekannte treffliche deutsche Phytotome Prof. H. Mohl wiederhohlte die Analyse des Cycadeenstammes und legte seine Beobachtungen im 10. Bande der Denkschriften der k. bayr. Akademie der Wissenschaften zu München 1832 nieder. Aber bloss im Besitze mittelmässiger und nicht hinlänglich vieler Materialien, und der Mangel sehr alter Stämme zwangen ihn, eine sonderbare Erklärung der von Rheede (s. Hort. malab. T. 3. tab. 21) und Brongniart gesehenen mehrfachen Ringe des Holzzylinders dieser Gewächse zu geben. Gleichzeitig zeigte Mohl, dass der Stamm der Baumfarren einen geschlossenen Holzzylinder besitze, mithin völlig von dem der Palmen abweiche, aus seinen Beobachtungen schliessend: „dass die ganze Farre nur an ihrer Spitze vegetire, indem ihr Wachsthum nur in einer weiteren, nach oben fortgehenden Entwickelung der, den untern Theil des Stammes konstituirenden Theile bestehe, was weder bei den Monokotyledonen, noch Dikotyledonen statt finde." „Derselbe Fall tritt „nach Mohl" nun auch bei den Cycadeen ein, indem ihr Holzkörper sich bei seiner absatzweise vor sich gehenden Vergrösserung nur gerade in die Höhe fortsetzt, ohne dass, wie bei den Monokotyledonen, für die jüngeren Blätter neue Ge-

fässbündel sich bilden, welche einen von den die ältern Blätter versehenden Gefässbündeln getrennten Verlauf besitzen, oder ohne dass, wie es bei den Dikotyledonen statt findet, eine andere zwischen den Bast und den Holzkörper der alten eingeschobene Pflanze erzeugt wird. (Vegetatio peripherica.)"

Diese Art des an der Spitze erfolgenden Wachsthumes nannte er Vegetatio terminalis, zur Unterscheidung der am Umfange oder der Aussenfläche der alten Pflanze stattfindenden Vegetatio peripherica oder exogena. — Ob die Vegetatio terminalis bestehen kann, und ob sie nicht zu verschiedenen Perioden, oder gar an verschiedenen Theilen einer peripherisch wachsenden Pflanze vorkomme, und vorhanden seyn muss, wird später beleuchtet. In dem trefflichen Werke: De Palmarum structura erwiess M o h l die Wahrheit der oben angeführten Moldenhawerischen Beobachtung, dieselbe an Kunthia weiter durhführend; jedoch standen ihm abermals (aus seinen Arbeiten und nach seinen Worten schliessend) nicht hinlänglich lange und brauchbare Palmenstämme zu Gebothe. Mir aber wurde von der hohen Akademie nebst gütiger Unterstützung der ehrenvolle Auftrag zu Theil: nachzuweisen, w i e u n d a u f w e l c h e A r t P a l m e n u n d d i e i h n e n v e r w a n d t e n G e w ä c h s e w a c h s e n. Hierbei ward es nothwendig, auf höchstverschieden gebildete Stammarten sein Augenmerk zu richten, und vorzüglich f o l g e n d e F r a g e n streng in's Auge zu fassen. 1) Ob die äusserlich sichtbaren Bildungen und Anomalien des Stammes sich nach innen fortpflanzen, oder ob und wie das innere Verhalten auf die Bildung der äussern Form Einfluss nimmt? 2) ob an einer und derselben Pflanze mehrere oder alle früher angenommene Wachsthumformen vorkommen oder vorkommen kön-

nen? 3) wie der einjährige Trieb sich zu dem mehrjährigen Stamme verhalte? 4) ob alle ein- und mehrjährigen Pflanzen einer Klasse gleich wachsen? 5) ob alle exogenen oder peripherisch wachsenden Pflanzen, die neugebildeten Theile (die neue Pflanze) zwischen der Bast- und Holzlage der älteren schieben? 6) ob der junge Stamm oder Theil derselben Art anders, als der alte wachse? 7) ob und wie der terminale Wachsthum Mohl's bestehe und vor sich gehe? 8) ob ein consequent durchgeführter und anwendbarer Unterschied des Wachsthums mono- und dikotyledonischer Gewächse nachzuweisen sei? 9) ferner, wie wachsen Moose, Lebermoose, Algen und Pilze, und kann man obige Fragen theilweise auch auf sie anwenden? —

Um die erste der gestellten Fragen zu beantworten, nämlich: ob die äusserlich sichtbaren Bildungen und Anomalien des Stammes sich nach Innen fortpflanzen, oder ob und wie das innere Verhalten auf die Bildung der äussern Form Einfluss nimmt? — war es nothwendig, die Stammbildungen nach ihren Extremen zu betrachten, und streng zu vergleichen. Da aber hier der Ort nicht ist, über diese einzige Frage einen voluminösen Band zu schreiben, so wollen wir zu den aus jenen Vergleichungen hervorgegangenen Resultaten schreiten, und zwar nur mit wenigen, aus den verschiedenartigsten Gruppen des Gewächsreiches gewählten Beispielen.

Der pyramidale Stamm der Zapfenbäume ward bisher von fast allen Pflanzenphysiologen für die Untersuchung der Holzbildung benützt, und streng genommen giebt er auch eines der besten und, durch seine fast jedes Jahr neu gebildete Holzlage, geeignetesten Beispiele. Auch ist in allen botanischen Schriften die Art seiner Holzbildung mit wirklich überraschender Gewissheit und

scheinbarer Klarheit abgehandelt. Es heisst daselbst: die neue Holzlage, gewissermassen neue Pflanze, schiebe sich zwischen dem Baste und dem Holzkörper nach aussen ein; das junge Holz (Alburnum), aus dem Holzsafte (Cambium) gebildet, besitze demnach wieder eine Bastschichte, und erstarre im Laufe des Jahres bis zur Bildung des kommenden neuen Holzringes, oder ziehe sich plötzlich zusammen und bilde den Holzring. Man müsste demnach schliessen, dass durch das Ablagern jährlicher Bastschichten an die Rinde, dieselbe, wie es wirklich äusserlich sichtbar ist, nach und nach sich verdicke, und die äussere todte Lage derselben berste; diese Rindenverdickung rühre von der jährlich an ihrer innern Fläche abgelagerten Bastschichte her. — Doch dass dieses Zusammenziehen nicht so, wie hier gesagt und gedacht, wollen wir zeigen; früher jedoch die Ansicht Duhamel's, Mirbel's und Petit-Thouars in kurzem Ueberblicke uns aneignen. Duhamel behauptet nämlich: aus flüssigem Stoffe, Cambium genannt, werde der Bast gebildet, dieser verdichte sich allmälig zu Splint, indess sich zu neuer Bastbildung neues Cambium ausscheide, und ebenso verdichte sich der Splint zu Holz. Die Sache erschien so klar, dass sie unangefochten blieb, obgleich der Uebergang und die Umbildung so verschiedenartig gebauter Theile in einander höchst auffallend und widersprechend ist. Mirbel und Dutrochet änderten die obige Ansicht dahin ab, zu beweisen: das Cambium sei kein Saft, sondern eine gallertartige Schichte jungen Gewebes, das nur eine Fortsetzung des bereits vorhandenen Bastgewebes sei, und diese junge Bildungsschichte entwickele sich zweimal jährlich zwischen Holz und Rinde, so, dass sich der dem Splinte zugewandte Theil in Holz, und der dem Baste zugewandte sich in Bast ver-

wandle. Ferner sah Petit-Thouars das ganze Holz aus Knospen entstehen, deren Holzbündel sich zwischen die früheren und die Rinde einschieben oder gleichsam einwurzeln. Endlich sah ein anderer Forscher das Holz aus Holzzellen gebildet an und ersann eine scharfsinnige Theorie der Verwandlung der Spiralgefässe in Holzzellen. Man sieht deutlich, dass trotz dem Streben nach Wahrheit, unser Jahrhundert, von dem Schwindel und der Verwandlung der Meinungen ergriffen, die nach ewigen Gesetzen bauende und vernichtende Natur ebenfalls umwandeln will.

Vergleichen wir nun den Wachsthum des pyramidalen Fichtenstammes mit dem eines Obstbaumes, des Haselstrauches, der Brombeere, so finden wir das innere allgemeine Verhalten gleich, und die äussere Bildung so höchst verschieden. Die Holzschichten werden da wie dort von aussen gebildet, sie besitzen Gefässe und Bast, Rinde und Holz. Wie verschieden ist der Cactus-Stamm und der der Mimosen und Akazien gebildet, indem die Parenchymtheile vorwalten; verfolgen wir aber die ganze Reihe der Stammbildung bei den Akazien, so treffen wir Stammtheile, bei denen ebenfalls die Parenchymmasse überwiegt, und die ähnlich, ja fast gleich dem Stamme der Cactusarten gebaut sind. Vergleichen wir einmal den Stamm oder die Holzbildung eines Baumfarren, z. B. des Polypodium aculeatum mit der eines krautartigen Farren des Polypodium ramulosum, des Cactus Rogeni, des Pelargonium zonale var. Blücheri und des Grünkohles, ferner den Holzkreis von Dracaena, so wie auch den Bau einjähriger und mehrjähriger Fichtenäste untereinander, und wir werden staunend eingestehen müssen, dass die Holzkörper aller dieser äusserlich so höchst verschieden gebildeter Stammarten und mannigfaltiger Pflan-

zengruppen höchst übereinstimmend, ja in allen wesentlichen Merkmalen gleich gebildet sind. Entfernen wir nämlich bei allen diesen Pflanzen die äussere Rinde und Parenchym-Lage so, dass der Holzzylinder nackt erscheint, ohne beschädigt zu seyn, so werden wir ein durch Holzbündel gebildetes Netz erblicken, dessen Maschen mehr oder minder gross sind, je nachdem die einzelnen Bündel gesondert oder verschmolzen sind. Durch die Räume der durch Verästelung der Holzbündel gebildeten Maschen des Netzes (des Holzzylinders) treten die Markstrahlen als Verlängerungen, die mit dem Rindenparenchym verschmelzen, hervor. Bei Polypodium ramulosum oder Aspidium Filix m. bilden die kreisförmig gestellten, sich schief unter einander verbindenden Holzbündel ein weitmaschiges Netz. Da hier die Holzbündel isolirt stehen und schwach sind, so bilden sie grosse Markstrahlen zwischen sich, auch besitzt hier Mark und Rinde dasselbe Parenchym. An der Spitze jedes Astes bilden die Holzbündel durch Zusammenneigen die Endknospe oder Krone. Bei Polypodium aculeatum, Alsophila, Trichopteris, Didymochlaena und Cyathea sind die einzelnen Holzbündel zur Zylinderform verschmolzen, die Maschen laufen nach einer Spiralwindung um den Stamm (Zylinder) und von ihren Rändern erhalten die ihnen an Richtung und Zahl stets gleichen Blattstiele ihre Gefässbündel. Bei Cactus Rogeni sehen wir einen gleichfalls durch Verschmelzung der Bündel gebildeten Holzzylinder, welcher Maschen für die Markstrahlen bildet. Bei Pelargonium zonale findet man die Endstücke der Aeste und des Stammes gleich dem Polypodium ramulosum gebaut, indem die noch isolirten (unverschmolzenen) Gefäss- oder Holzbündel ein weitmaschiges Netz bilden, während sie nach unten zu einem fast vollkommen geschlossenen, und nä-

her der Wurzel vollständigen Holzzylinder verschmelzen, und man kann sagen: der Holzzylinder der jüngsten Aeste ist dem der krautartigen Farren, der der älteren Aeste dem der Fichten, und der der Basis des Stammes jenem der Laubhölzer etc. ähnlich gestaltet. Am Strunke des Grünkohls sehen wir dieselbe Zylinderbildung, nur sind hier die Maschen für die Markstrahlen so, wie bei den baumartigen Farren gestellt, und sparsam. In den Knospen der Fichtenarten finden wir die isolirten Gefässbündel wieder, wie wir sie an den krautartigen Farren, den Endspitzen des Pelargonium zonale, des Cactus Rogeni gefunden, und sie bilden von aussen gesehen ein gleichförmiges Netz. Die früher so genannten einjährigen und zweijährigen Triebe der Zapfenbäume besitzen bereits verschmolzene Holzbündel, und ihr Cylinder bildet ebenfalls spiralförmig gestellte Maschen für den Austritt der Markstrahlen, und ist in kleinem Massstabe dem Holzzylinder der Baumfarren und des Grünkohles nicht unähnlich. Betrachten wir nun noch den äussersten Holzkreis der Dracaena, der Eleis u. and. Palmen an seiner Aussenfläche, so finden wir einen Zylinder durch das Verschmelzen der Endigungen der Holzbündel gebildet, welcher fast dem der 1 — 2jährigen Fichtenäste, ferner dem der Crassula - Arten, und Fettpflanzen im Allgemeinen gleich ist, und bei Dracaena nur bei dem Austritte der Gefässbündel Markstrahlen bildet. Nachdem wir hier in kurzen Schattenrissen die Wachsthumsform so verschiedener Pflanzen hinsichtlich äusserer Bildung sowohl, wie systematischer Stellung und Entwickelung betrachtet, so glauben wir einstweilen die erste Frage: Ob die äusserlich sichtbaren Bildungen und Anomalien des Stammes sich nach innen fortpflanzen, oder ob das innere Verhalten auf die Bildung der äussern Form Einfluss

nimmt, — verneinend beantworten zu müssen. Indem es hier in der Natur der Frage liegt, pathologische Vorgänge zu übergehen, da die Letzteren alternirte Bildungskräfte voraussetzen.

Was die zweite Frage betrifft, ob alle Wachsthumsformen an einer und derselben Pflanze vorkommen können, welche frühere Gelehrte angenommen, so müssen wir zu ihrer Beantwortung diese selbst betrachten. Desfontaines nahm den exogenen und endogenen Wachsthum an; und Mohl unterschied, wie wir bereits oben gezeigt, peripherischen und terminalen Wachsthum. Da sich aber alle neuen Theile ausserhalb der älteren bilden, mithin das junge Holz an der Aussenfläche des alten sich bildet, und die Holzbündel der Monokotyledoneen ebenfalls ausserhalb der früheren entspringen, so fällt der endogene Wachsthum als nicht existirend hinweg, und da der exogene und peripherische identisch sind, so behalten wir nur noch die zwei Gegensätze: peripherisch und terminal. Mohl schreibt den Cycadeen und Baumfarren, den Moosen, Lebermoosen und Rhizospermen letztere Wachsthumsform zu, und stützt bei den Cycadeen seine Beobachtung vorzüglich auf den Mangel mehrerer Jahrringe, obgleich Brongniart und Rheede dieselben trefflich abbilden, und bei vielen anderen mehrjährigen Pflanzen, als: Cactus, Pelargonium, den Crassula-Arten und den grossen fossilen Lycopodiolithen und Lepidodendra auch nur ein Jahrring, eigentlich Holzkreis, gebildet wird und vorkömmt, obgleich sie viele Jahre leben und wachsen. Wenn nun aber den Cycadeen und den übrigen obengenannten Familien der peripherische Wachsthum fehlt, so begreifen wir nicht, wie die ganze Pflanze sowohl, als auch ihr Holzzylinder mit den Lebens-

jahren an Umfang doch oft so bedeutend zunehmen, wie überhaupt nur der Stamm stärker werden könne denn die keimende, bei den Baumfarren nur fadendünne, Pflanze.

Untersucht man aber eine bedeutende Menge verschieden alter Cycadeenstämme, und einen Stamm an allen Punkten seiner Höhe, so wird man bald über die Art seines Wachsthumes klar sehen. Der junge Stamm nämlich besitzt durch starke und zahlreiche Markstrahlen gesonderte Holzbündel, deren Bast wie bei allen Gefässpflanzen nach aussen liegt. Im ältern Stamme sind die Markstrahlen dünner geworden, der von den Gefässbündeln gebildete Holzkreis erweitert sich, und mehrere der Bündel verschmelzen unter einander, indem nämlich zwischen zwei nachbarliche Holzbündel sich neue Holzmassen legen. Auf diese Weise schreitet der Wachsthum des gesammten Holzzylinders an allen Punkten seiner Peripherie vor, wodurch letztere immer grösser wird, und hiedurch den Wachsthum in die Dicke des Stammes begründet. Oft bleibt dann, wenn der Holzzylinder auf obige Art sich vollkommen geschlossen, der Wachsthum einige Zeit stehen, um nämlich einen neuen Zylinder um diesen ersten zu bilden, welcher Vorgang sich noch manchmal zum drittenmal mehr oder minder vollständig wiederholt. Bei den Cycadeen sah ich so gebildet zwei vollständige und einen unvollständigen Holzkreis; aber die Bildung derselben erfolgte nach keinem Zeitraume, wie der Wachsthum zur Höhe auch bei dieser Familie keinem Zeitraume folgt. Der Holzkreis der Cactus-Arten, so wie der der Baumfarren folgt denselben Gesetzen, und der strenge bei den Coniferen beobachtete Wachsthum geht hier nur zwischen je zwei und zwei sich begränzenden

Holzbündeln vor, obgleich die Gefässschichte auch an ihrem äussern Umfange zunimmt, ohne jedoch deutlich gesonderte Kreise zu bilden. Durch dieses Dazwischenlegen werden die an der Endknospe des Stammes stets isolirten Gefässbündel zu netzartigen Maschen und zu Zylindern vereinigt, und diese Art Verschmelzung besitzt die Fichte so gut wie die Cycade und Baumfarre, der Kohlstrunk wie der Stock der Cactus- und Euphorbia-Arten. Auch am Umfange der Palmen, der Dracäna, der Gräser und aller anderen Pflanzen mit Holzzylindern finden wir dieselbe, nur etwas modifizirte Wachsthumsform.

Ueberdiess wachsen Mohl's peripherisch wachsende Pflanzen ebenfalls von der Spitze, und zwar auf zweierlei Weise, erstens durch Aufsetzen neuer Theile der Rinde, des Bastes, Holzes und Markes, zweitens durch das Ueberwachsen der jüngeren äusseren Schichten über die stehenbleibenden älteren und inneren. Hierdurch wird vorzüglich die pyramidale Stammform gebildet. Bei den Palmen jedoch werden die, die Terminalknospe bildenden Gefässbündel durch die nachwachsenden jüngeren zwischen ihnen gebildeten nach aussen geschoben, daher ihr Stamm meist zylindrisch wird, und die einzelnen Holzbündel in ihrer Jugend von aussen nach innen, im Alter aber durch die jüngeren später gebildeten nach aussen gedrängt, von aussen nach innen und aussen laufen.

Der junge Ast der Fichte wächst zuerst scheinbar bloss an seiner Spitze, dann bildet er zwischen je zweien der noch isolirten Holzbündel neue, um seinen Holzzylinder zu schliessen, und nach dieser Zeit beginnt erst die Bildung neuer, über und ausserhalb des ersten, aus Bast und Spiralgefässen gebildeten, liegender Holzkreise. Die

Endknospe des Stammes ist nichts als ein junger Ast, und erleidet dieselben Vorgänge; sie ist überdiess der oberste Theil und wächst anfänglich terminal, während der unter ihr liegende Stammtheil (der ganze Stamm) nur noch im Umfange, mithin peripherisch wächst.

Bei den Pilzen von mehrjähriger Dauer bildet sich auch eine Zellschichte über die frühere, und lebt ihr selbstständiges Leben, neue Fruchtlager über die früheren bildend, und die älteren Schichten gleichsam in die Stamm- oder Trägermasse der Pflanze verwandelnd. Die Charen und Conferven wachsen durch Verlängerung, mithin terminal, indem sie Glied über Glied setzen, und zwar nach folgendem allgemeinen Vorgange: An der Spitze der alten Zelle (Gliedes) entsteht ein Wärzchen, welches gleichmässig zur Breite und Länge sich vergrössert; hat aber sein Durchmesser den der Mutterpflanze erreicht, so hört der Breiten- oder peripherische Wachsthum auf, und der Längenwachsthum (der terminale) wird überwiegend, bis er wieder für kurze Zeit in der Bildung eines neuen Gliedes mehr zurücktritt, um seinen Cyclus von neuem zu beginnen. Die keimende Conferve besitzt höchst zarte Glieder; besässe sie nun bloss terminalen Wachsthum, so müsste das letzte Glied der erwachsenen sterbenden Pflanze, allen unter ihm liegenden gleich seyn; die Glieder des Conferven-Stammes sind aber dicker denn ihre Keimglieder, mithin liegt in der Kraft, dickere Glieder über oder auf dünnere zu setzen auch gleichzeitig die Aeusserung des peripherischen Wachsthums. Aus diesen Bemerkungen ergiebt sich die Antwort auf die zweite Frage in folgender Form: An jeder Pflanze kommen die beiden wirklich vorhandenen Wachsthumsformen, die wir mit peripherisch und

terminal bezeichnen, vor, nur mehr oder minder überwiegend.

Die Beantwortung der dritten Frage: wie der einjährige Trieb sich zu dem Stamme verhalte, ist im wesentlichen Theile bereits durch die Beantwortung der beiden ersten Fragen gegeben, indem wir nämlich zeigten, dass die Knospe so wie der junge Ast nur zerstreute oder isolirte, der mehrjährige Stamm aber in Zylinder verschmolzene Holzbündel besitze; der junge Ast gleicht der einjährigen Pflanze, der Stamm der mehrjährigen, und so umgekehrt. Auch die vierte Frage: ob alle ein- und mehrjährigen Pflanzen einer Klasse gleich wachsen, ist hiemit als beantwortet zu betrachten, indem wir zeigten, dass ein- und mehrjährige Pflanzen nicht nur einer sondern mehrerer Klassen nach demselben Schema wachsen, dass der Kohlstrunk wie der Farrenbaum, und der Cactusstamm gleich der Fichte wachse, je nachdem man die allgemeinen Wachsthumsformen vergleicht.

Zur Beantwortung der fünften Frage: ob alle exogen- oder peripherisch wachsenden Pflanzen, die neugebildeten Theile, gleichsam die neue Pflanze, zwischen Bast- und Holzlage der älteren schieben, müssen wir nothwendiger Weise erst folgende Begriffe fixiren: 1) was ist Holz? 2) aus was besteht es? 3) wie wird es gebildet, und sind die bisher angegebenen Bildungsweisen wahr? —

Ad 1) Holz nennet die Grosszahl der Anatomen die Vereinigung einer Gefässmasse mit Bast; verbindet jedoch hierbei oft so schwankende Begriffe, dass es nöthig ist, Holz verschieden gebauter Pflanzen zu betrachten. Die ältesten und auch einige neueren Phytotomen nehmen alles Holz aus Holzzellen gebildet an, und

scheinen die verschmolzenen Holzmassen von den isolirten Holzbündeln (Gefässbündeln) in ihren Ansichten sondern zu wollen. Zu allen diesen Irrungen gab die Betrachtung des ganz eigenthümlich und von anderem scheinbar sehr verschieden gebauten Holzes der Zapfenbäume Anlass. Bei diesen letzteren nämlich besteht das, was wir im Leben Holz nennen, aus ausserordentlich langen geraden, fast viereckigen getüpfelten Röhren, welche keine sichtbare Flüssigkeit führen. Nur an den äussersten Rändern jener dunkleren Zirkelstreifen, die wir höchst unbezeichnend Jahrringe nennen, ist in dieser Pflanzengruppe eine dünne Bastschichte mit eingeschlossen. Hier kann man fast sagen: das Holz bestehe nur aus Gefässen, denn Zellen wollen wir jene so ausserordentlich langen und leeren Röhren nicht nennen. Daher kam es, dass viele das alte oder Kernholz als bloss aus Gefässen bestehend betrachteten, und die Lehre: „der Bast werde jährlich zu Rinde" verbreiteten. Daher kam es, dass zwei grosse Phytotomen sich über die grossen Röhren im Holze der Ephedra gegenseitig belehren wollten, und sie für sonderbare Wesen ansahen, während das Holz der Grosszahl unserer Bäume gerade so, wie das der Ephedra gebaut ist. Jene Röhren sind die Gefässe, deren das Holz der Ephedra, der Pappel, Buche, Akazie, des Metrosideros, der Glanzfeige und fast der meisten andern Laubbäume wenige besitzt, indem die hier zu Holz werdende Bastzelle überwiegt, und im Alter des Holzes werden in die, dann funktionslosen und so grossen Gefässe auf abnorme Weise Säfte niedergelegt, welche erstarren, Krystalle, Fadengeflechte, Harze, gummöse und mussartige Substanzen zurücklassen; denn das Ergiessen der Säfte in diese Gefässe ist hier am leich-

testen und natürlichsten erklärbar, indem der mit Saft überfüllte Bast überwiegend, und mit dem Aufhören der Funktion der Gefässe Luft zu führen, auch der Widerstand und die Kraft fremde Substanzen abzuhalten beseitigt sind; wodurch die im Umfange der Gefässe im Uebermass vorhandenen Flüssigkeiten sich nach dem Gesetze der Schwere in die grossen Gefässräume senken, daher wir denn ihre dort abgesetzten Produkte meistens an den unvollständigen klappenartigen Scheidewänden gelagert finden. Das durch die eingesenkten Säfte gefärbte Holz nannte man Kernholz oder reifes Holz. Es ist der gefärbte Theil des Eben- des Quajak- und alles Farbholzes, deren Splint oder jüngeres noch lebendes Holz ebenfalls weiss ist.

Wir finden es hier nöthig, die Holzbildung bei mehreren Pflanzenformen zu betrachten. Bei den Pflanzen mit zerstreuten Gefässbündeln sind letztere die Holzkörper, und bestehen aus einer nach aussen liegenden Bastzone und einem nach innen gelagerten aus verschiedenartigen Gefässen bestehenden Bündel. Tracheal-Gefässe kommen nie ohne Bast vor, wohl aber Bast ohne Gefässe als Holzbündel einiger Pflanzenembryone, der Lemna, der Moose etc. Während des Keimens jedoch entwickeln sich an der innern Seite dieser Baststreifen Gefässe, und ich kenne bisher keine phanerogamische Pflanze ausser Lemna und Lacis, wo Bast ohne Gefässe, und Gefässe ohne Bast vorkommen. Bei den Pflanzen mit zerstreuten Gefässbündeln, auch wenn sie mehrjährig sind, bleibt der Bast immer Eigenthum des Holzbündels und wird nicht an die Rinde abgegeben, welches vorzüglich nur bei den Pinus-Arten und Laubbäumen statt findet. Er ist dann gewöhnlich an Masse überwiegend gegen die spärlicheren Gefässe, und die einzelnen Holzbündel sind unter einan-

der nur durch netzartiges Kreuzen und theilweises Verschmelzen verbunden, ihr grösster Theil jedoch ist durch das sie ganz umschliessende Mark streng gesondert. Aber auch bei der Fichte finden wir die ersten bloss aus Spiralgefässen und Bast gebildeten Holzbündel isolirt und rundherum von Markparenchym umgeben. Die Holzbündel der Glanzfeige bestehen aus überwiegendem Bast, welcher ein bis drei grosse poröse Gefässe umschliesst, und durch die Markstrahlen sowohl, wie auch durch die, dieselben kreuzenden Quer- oder Zirkelstrahlen des Markes werden die einzelnen Holzbündel isolirt, und der Bast bildet um die Gefässe eine viereckigte Scheide. Im Stamme der Aristolochia grandiflora finden wir zwölf verschieden grosse durch Markstrahlen isolirte Holzbündel, welche aus Bast und grossen Gefässen bestehen. Hier erhält die ausgezeichnet starke korkigte Rinde keinen Bast, sondern besteht ganz aus Korkgewebe, und wird durch einen Markstreifen, welcher scheidenartig das Holz umgibt, vom letzteren gesondert. Ganz analog ist das Holz des Fagus sylvatica und Populus pyramidalis gebaut. Das Holz von Hackea suaveolens und Metrosideros saligna besteht ebenfalls überwiegend aus Bast.

Aus diesen Bemerkungen folgt: ad 2) dass das Holz eine Verbindung zweier Elementarorgane sei, nämlich: des Bastes mit den Gefässen. — Ad 3) Die Bildung des Holzes zerfällt in zwei Abtheilungen, nämlich in die Bildung der ersten Holzbündel, und in die der folgenden. Bei Pinus finden wir die erstgebildeten Holzbündel im Marke liegend, gebildet aus Bast und Spiralgefässen, und der ganze Bündel, so wie dessen einzelne Theile sind vom Marke umgeben, und bleiben durch das ganze Leben der Pflanze unverändert, ohne, wie man oft erdacht, in das später

sichtbare und verschieden gebaute Holz verwandelt zu werden. Bei den Palmen jedoch entwickeln sich zuerst Bastbündel und an deren innern Seite erscheinen später Spiral- und andere Gefässe, und alle nachfolgenden Holzbündel sind so wie die erstgebildeten gebaut. Auch war es sehr auffallend, dass die Spiralgefässe sich in Holzzellen (so nannte man die getüpfelten Röhren bei Pinus) verwandeln sollten! — indem wir wohl eher ein Gefäss aus einer Zelle durch Verlängerung hervorgehen lassen können, als umgekehrt, da Letzteres nur durch Verkleinern und Zerfällen bewirkt werden könnte, welche Vorgänge jedoch direkt dem Wachsthume als Vergrösserung und Verlängerung entgegentreten; und der innere Widerspruch jener Theorie wird vollkommen klar, wenn wir ersehen, dass eben durch den fortschreitenden Wachsthum jener Uebergang, der doch nur ein Rückwärtsschreiten bezeichnen kann, hervorgebracht werden soll. Die Bildung der späteren Schichten an der Aussenfläche der Holzlagen werde nach Duhamel, wie oben angegeben, durch Ausschwitzen eines Saftes (Cambium) bewerkstelligt, welcher den Bast bilde, und sich zu Splint oder jungen Holz verdichte, und endlich gehe mit der Bildung neuer Holzlagen der Splint völlig in Holz über Bast und Holz sind so verschieden gebaute Theile, dass ein Uebergang gedacht nur gänzliche Unbekanntschaft mit dem Baue der beiden Theile voraussetzt. Ferner sollte dieses Cambium zwischen dem Baste und Holz gebildet werden, und durch ihn daselbst jede neue Holzlage. Dem ist aber nicht so; im Baste wird die neue Holzlage gebildet, und zwar durch eine neue Spaltung desselben, in welcher sich gleichzeitig Bast und Holz absondert, indem der Bast an seiner innern Fläche neuen Bast, und das Holz an seiner äussern Fläche neues Holz

(Splint) erzeugt. Zwischen der neuen und alten Bastlage erzeugt sich jedoch noch eine dünne Lage Korkgewebe, welches in Verbindung mit dem alten und absterbenden Baste die Rinde bildet. Diesen Vorgang sieht man deutlich an dem Stamme des Metrosideros saligna, der Buche, Birke u. s. w., wo das Holz immer abwechselnd aus Gefässen und umgebendem Bast, die Rinde aber schichtenweise aus Bast oder Parenchym- und Korkgewebe besteht. Der Uebergang des Bastes in Gefässe ist unmöglich, und das Holz besteht nicht ausschliessend aus Gefässen, sondern aus Verschmelzung beider Theile, nämlich des Bastes und der Gefässe. Durch das Durchbrechen der Markstrahlen und das Eindringen der Lenticellen der Rinde bildet jeder Holzkreis ein Netz (z. B. Hackea, Fagus etc.) wie wir es bereits oben bei den Knospen der Fichte, bei Pelargonium, Cactus, den Baumfarren und einigen Palmen nachgewiesen haben. Aber auch palmenartige Gewächse können mehrere Holzlagen übereinander entwickeln, ganz den Holzschichten der dikotyledonischen Gewächse gleich. Ich besitze ein Stammstück von einer unbekannten Monokotyledonarpflanze, an dem man deutlich vier Holzkreise unterscheiden kann, und nur einzelne Holzbündel durchlaufen einige oder alle diese Kreise, während die meisten Bündel nur in ihren Kreisen, wo sie gebildet wurden, verlaufen; auch zeigt der äussere Kreis sich noch gut und kräftig, während das Mark zerfallen, und der innerste Kreis bereits vermodert ist. Ganz ähnliche Vorgänge und Schichtenbildung zeigen sehr alte Stämme von Yucca gloriosa, aloëfolia u. a., wo endlich auch die Rinde berstet und sich auflöst, analog den Laubhölzern. Ferner bilden die Knospen auch zuerst, wie die Cycadeen, zerstreute Holzbündel, und neue zwischen je zwei der früheren; und erst dann, wenn der

Holzkreis vollkommen geschlossen, beginnt die eminente peripherische Bildung. Aber auch die Holzbündel der Palmen und aller Monokotyledonen werden an der Aussenfläche ihres Holzzylinders gebildet, wie wir es nach Präparaten bei Cactus speciosus, bei Dracaena mauritanica, bei Dr. Draco, bei Eleis quinensis, bei Rhapis flabelliformis; bei Pothos digitata, bei Iris germanica, Nipa, Yucca, Gomutus, Sagus, Cocos, Arundo, Saccharum, Bactris, Pandanus sahen; die älteren Holzbündel am untern Theile des Stammes und seines Zylinders an dessen Aussenfläche entspringen erst, nachdem sie nach oben und innen zur Mitte des Stammes gelaufen, sich bogenförmig umbiegen, nach oben und aussen treten, um zu den Blättern oder Aesten zu gelangen. In der Jugend der Palme, wo der Stamm durch eine geringere Zahl von Holzbündeln noch sehr markig ist, findet man die Anfänge derselben am äussersten Rindentheile, bei Chamaedoria Schiedeana, bei Rhapis u. s. w. gleichsam im Parenchym schwebend, indem ihre feinste Spitze aus einer einzigen Bastzelle besteht, um welche sich nach oben mehrere andere lagern, wodurch der Holzbündel immer stärker wird, je mehr er sich nach innen neigt. Endlich entstehen an der innern Seite dieses Holz- oder (hier nach Gestalt wurmförmiger Körper) Bastbündel, punktirte und Spiralgefässe, wodurch derselbe zum Holzbündel wird. Nach diesen Erfahrungen wäre die Beantwortung der fünften Frage folgends zu geben: Alle peripherisch wachsenden Pflanzen schieben ihre neuen Theile in eine Spaltung des Bastes und nie zwischen Bast und Holz; die Bastseite (die innere der Spaltung) erzeugt neuen Bast, während ein Theil des alten Bastes dem Holze als wesentlich anheimfällt, und an seiner Aussenfläche neues Holz erzeugt. Zugleich

wird zwischen dem neugebildeten und dem alten Baste eine dünne Schichte Rindenparenchym oder Korkgewebe gebildet. Bei den Pflanzen mit isolirten oder auch bloss theilweise (netzartig) verschmolzenen Gefässbündeln, wo überdiess kein Bast an die Rinde abgegeben wird, entstehen die neuen Holzbündel entweder zwischen je zwei älteren, oder an der Aussenseite der älteren, und bilden stets die äusserste Lage des harten aus den verschmolzenen Holzbündelenden geformten Kreises.

Zugleich geht die Beantwortung der sechsten Frage: ob der junge Stamm oder Theil derselben Art anders als der alte wachse, von selbst hervor, indem der Wachsthum aller Theile gleich ist, und nur die terminale Richtung so wie Zartheit und geringere Holzbündelzahl (da selbe noch isolirt sind) begründen scheinbare Abweichungen. Auch verhält sich der junge Theil zum alten, wie die einjährige Pflanze zur vieljährigen oder ein Parasite zur Mutterpflanze. In dem jungen Theile (und der einjährigen Pflanze) finden wir Rinden- und Markbildung überwiegend, während beide im alten Stamme (und der mehrjährigen Pflanze) durch das Vorwiegen der Holzbildung in den Hintergrund treten müssen.

Ob und wie der terminale Wachsthum Mohl's bestehe, haben wir bereits oben gezeigt; auch wie er vor sich gehe; und wir finden hier nur zu erinnern nöthig, dass man ihn ja nicht als eine isolirte Kraft betrachten solle, sondern er ist nur eine andere, und zwar die zweite Richtung des Wachsthums, welcher logisch geschieden nach den Richtungen der Breite und Höhe gedacht werden kann. In der Natur jedoch finden sich beide Formen verschmolzen, und isolirt sind sie nicht denkbar; denn alles Existirende, Geschaffene der Natur muss einen körperlichen Raum erfüllen, mithin auch einen Breitendurch-

messer besitzen, wenn ihn sein Höhen- oder Längendurchmesser auch unendlich übertreffen sollte.

Die achte Frage: ob ein consequent durchgeführter und anwendbarer Unterschied des Wachsthumes mono- und dikotyledonischer Gewächse nachzuweisen sei, müssen wir leider nach den früher angeführten Beobachtungen verneinend beantworten; indem es erstens bei der Richtung der Holzbündel sehr auf die Differenz der beiden Punkte des Ursprunges und Austrittes ankommt; zweitens alle Holzbündel aller Gewächse, wie bereits gezeigt, an der Aussenfläche der früher vorhandenen entspringen, mithin alle Pflanzen exogen wachsen, ja selbst die ausdauernden Pilze; drittens kein Unterschied bei den Pflanzen ganzer Klassen auf das Isolirtstehen oder das Verschmelzen der Holzbündel gegründet werden kann, indem wir Epimedium und einige Schirm- und Schlingpflanzen analog den Gräsern und Monokotyledoneen überhaupt, ja zu sagen gleich gebaut finden, überdiess auch Monokotyledoneen mehrere Holzlagen über einander bilden, und die Enden ihrer Holzbündel regelmässig in eine Holzzone verschmelzen; auch auf das Vorhandenseyn von Markstrahlen und den Mangel derselben kann kein Unterschied gebaut werden, indem Markstrahlen bei allen Pflanzen mit Holzbildung, nur sehr abweichend geformt, sich finden, und alle jene Dinge, welche die Phytotomen Markstreifen nennen, diese nicht sind, sondern Rindenstreifen zwischen je zwei sich netzartig verbindenden Holzbündeln, welche mit dem Marke in gar keiner Verbindung stehen, noch je gestanden sind. Nach dem Ueberwiegen einzelner Organe z. B. des Holzes, Markes und vieler anderer lassen sich ebenfalls keine Unterschiede begründen, denn dann müsste man oft zwei Arten einer Gattung trennen; solche Ein-

theilungen wären Spielerei! — Wollen wir ferner die Pflanzen in Spiralgefässe-führende und deren ermangelnde eintheilen, so müssen wir oft einzelne Theile der Pflanzen in andere Zünfte und Klassen stellen, und sehr hoch gestellte mit sehr tief stehenden verbinden. Die Eintheilung in Gefäss- und Zellpflanzen verräth ebenfalls mangelhafte phytotomische Kenntnisse, da überhaupt auch noch der Begriff „Gefäss" selbst in den höchst gestellten Familien so schwankend ist, dass selbst das Holz (als die eminenteste Gefässentwickelung) manche Phytotomen als aus Zellen gebildet betrachteten. Wir übergehen noch manche andere Eintheilung der Pflanzen, da sie alle durch Zwischenglieder verbunden oder aufgelöst werden, und bei kritischer und vergleichender Betrachtung in ihr Nichts zurückfallen.

Zur letzten Frage, über das Wachsen der Pilze, Moose, Lebermoose und Algen lieferten wir bereits oben theilweise beantwortende Fragmente, und wir erinnern nur, dass jede neue Zelle sich an der Aussenfläche der älteren bilde, so wie auch bei jeder Zellbildung ursprünglich die peripherische, später aber die terminale Bildung vorwalte. Auch die keimende Spore erzeugt aus ihrem oft flüssigem Keimstoffe an ihrer Zellhaut (Sporenhülle, analog der Testa) die ersten Zellen, die durch Dehnung wachsen, und dann an ihrer äusseren Fläche, sowohl peripherisch als terminal, neue Bildungs- und Wachsthumsvorgänge erwecken.

Nachdem wir hier die Holzbildung betrachtet, so erinnern wir uns noch der Petit-Thouar'schen, an den Knospen der Dracaena gemachten Beobachtung, welche ihn bewog, durch Knospen die ganze Holzbildung bewerkstelligen zu lassen; da wir aber keine Knospe einer Dracaena frisch besitzen, so nehmen wir die des

Stammes einer Rhapis flabelliformis und einer Reihe anderer Monokotyledonarpflanzen. Ich fand, dass die obige Beobachtung in so weit richtig ist, als die Gefässbündel der Gemme sich wirklich in die Holzmasse des Stammes einsenken oder einflechten, und ihre Bündel in der Gemme denselben Richtungen folgen, welche wir oben bereits gezeigt, nämlich die jüngsten Bündel bilden sich in der Mitte der Knospe an deren jüngstem Theile, und treten am schnellsten nach Aussen, so dass die älteren Bündel im Zentrum, die äusseren aber um sie d. h. peripherisch gebildet worden sind. Die einzelne Gemme erscheint daher als neue Pflanze, nur wurzelnd in der alten.

Das Einsenken, Einwurzeln oder Verschmelzen der Holzbündel der Knospe mit denen des Stammes oder zwischen letztere geschieht je nach der Richtung der Fasern nach zweierlei Form. Die Gefässbündel der, der Aussenfläche des Stammes paralellen, mithin von der Knospenaxe nach Aussen liegenden Theile durchkreuzen sich erstens nach der oben genannten Weise, und laufen dann schnell zur Oberfläche des Stammes, um da ähnlich den jüngsten Bündeln des letzteren zu verlaufen. Die Bündel der der Mitte des Stammes zugewandten, mithin von der Knospenaxe nach Innen liegenden Theile durchkreuzen sich gleichfalls bei ihrem Austritte aus der Knospe wie die äusseren, aber die Grosszahl derselben geht in sehr verschiedenartigen Richtungen in das Gewebe des Stammes und stets dessen Holzbündel durchflechtend. Auch die in den Strunk oder Stamm mündende Wurzel derselben Palme verwebt auf gleiche Weise ihre Holzbündel, wie es mit dem Messer in der Hand deutlich zu sehen ist.

Da das Ende jedes Stammes und das jedes Astes

ebenfalls aus einer Central- oder Terminal-Knospe bestehen muss, in der stets alle neuen Bildungen vorgehen, so könnte man die Petit-Thouar'sche Theorie als richtig annehmen. Aber in jeder keimenden Pflanze wird die Knospe später als die bereits schon im Embryo vorhandenen Holzbündel, erst mit Entwicklung des ersten und zweiten Stockknotens (nodus primarius et secundarius caudicis) gebildet, und die ihr und ihren neu zu bildenden Theilen gehörigen Gefässbündel oder Holzbündel sind bereits vorhanden, ehe diese Theile gebildet werden, und die Knospe selbst noch ein kleines konisches Wärzchen ist. Denselben Fall und Vorgang kann man leicht an Knospen aller Theile nachweisen. So z. B. sehen wir bei Iris germanica eine laterale Knospe des Rhizomes, welche noch nicht deutlich gebildet ist, und bloss aus anders gefärbtem gelblichem Zellgewebe besteht, das an der Spitze des bereits ausgebildeten Gefässbündels steht, und im Rindenparenchym versenkt liegt. So sehen wir die Gefässbündel für die Aeste bereits vorhanden, ehe die geringste Spur der letzteren nachzuweisen ist; auch bilden in jeder Terminalknospe die früher vorhandenen Holzbündel einen Kranz, zwischen, um, und über welchen alles nun zu Bildende erscheint. Ueberdiess ist es auch höchst auffallend, der Knospe eine so hohe Bedeutung beizulegen, und sie gleichsam zum schaffenden Organe zu machen, da doch Zelle neben Zelle, Gefäss neben Gefäss, Bast neben Bast, Holz neben Holz an allen Punkten des Stammes gleichzeitig gebildet wird, und das Leben allen Theilen eigen, ja in keinem überwiegend ist; nur der neue Schaffungstrieb des Lebens tritt bei der Pflanze an der ganzen Peripherie mit gleicher und erhöhter Thätigkeit auf, während er sich im Thiere mehr in das Innere ver-

schliesst. Es ist bei obiger Theorie augenscheinlich das Gebildete mit dem Bildenden verwechselt worden, das Äussere, leicht in die Augen fallende mit dem Inneren, Verdeckten.

Nachdem wir in obigen Blättern unsere Erfahrungen und Beobachtungen in möglichster Kürze angedeutet haben, finden wir es nöthig, die durch Vergleichung der Natur und der aus ihr geschöpften Erfahrungen, und aller übrigen von uns gemachten noch nicht publicirten Experimente folgenden Schlusssätze zu bilden, und den Naturforschern zur Beurtheilung und kritischen Untersuchung zu übergeben:

1. Alles Holz muss in einem Parenchymgewebe gebildet werden, welches Gewebe durch die enstehende Holzmasse in zwei früher gleiche, später entgegengesetzte Theile getrennt wird, deren inneren wir Mark, den äusseren aber Rinde nennen.

2. Alles Holz besteht aus einer Vereinigung von Bast und Gefässen, welche dem lufterzeugenden Systeme angehören. Der Bast ist das Skelettsystem, die Spiral- und punktirte Gefässe sind das Trachealsystem der Pflanzenorganismen.

3. Der Bast ist immer der peripherische, die Gefässe der zentrale Theil des Holzes.

4. Bast und Gefässe gehen nicht, wie fälschlich angenommen, durch den Splint in einander über, denn

5. der Splint ist nichts anderes als junges Holz, welches stets aus Bast und Gefässen nach der oben (3) angegebenen Lage gebildet sein muss.

6. Der Bast wird immer früher als die Gefässe gebildet.

7. Alle neugebildeten, mithin späteren Holzschichten entstehen an der Aussenfläche der früheren;

8. daher vergrössern sich die Pflanzen von Aussen nach Aussen, und endogene Bildung existirt nicht.

9. Alle früher gebildeten Holzschichten oder Holzbündel liegen bei ihrem Ursprunge (dem dünnen unteren noch gefässlosen Ende), an der Aussenfläche des früheren Holzzylinders, oder der früheren vor ihnen gebildeten Bündel, laufen dann nach oben und innen, bis sie die Mitte (das Zentrum) des Stammes an seiner Spitze, oder dem sie früher gebildeten Theile erreichen, worauf sie sich schnell nach aussen biegen, und in die Aeste, Blätter oder Blüthen übergehen.

10. Bei den Pflanzen mit einem Keimblatte treten die nach aussen gebildeten und nach innen laufenden Bündel im Zentrum, oder dort, wo die früheren sich begegneten, zwischen sie, und drängen sie zur Seite, wodurch sie bei fortschreitenden und stets wiederholten Bildungen endlich völlig nach Aussen geschoben werden, und es erreicht hierdurch der obere neue und jüngere Theil des Holzzylinders, mithin auch der Stamm, denselben Durchmesser, wie der untere frühergebildete ältere.

11. Bei den Pflanzen und Bäumen mit zwei Samenlappen wird entweder nur eine Holzlage (ein Holzkreis) oder mehrere über einander liegende gebildet. Bei den Gewächsen dieser Reihe mit einer Holzschichte ist entweder die Lebenszeit der ganzen Pflanze zu beschränkt, und sie stirbt früher, als es zu einer zweiten Holzbildung kommen kann, oder es bildet sich, wie schon oben gesagt, zwischen je zwei älteren ein neuer Gefässbündel, und das so lange wiederholend, bis der Holzkreis völlig geschlossen ist, worauf gewöhnlich die Pflanze abstirbt. Vegetirt sie jedoch noch weiter und lebt mithin oft sehr lange, so können zwei Fälle eintreten, deren ersten wir sowohl bei Cactus als Pelargonium, (um unsere früheren

Beispiele beizubehalten) bei Cycas und vielen Knollengewächsen beobachteten. Es bildet sich nämlich beständig Bast und Holz an der Aussenfläche der einzelnen Gefässbündel; wodurch der Holzkreis beständig an Dicke zunimmt, ohne jedoch deutliche Jahrringe abzusondern; oder es tritt zweitens der bei den Cycadeen erwähnte Fall ein, dass sich wirklich ein neuer Holzzylinder über den ersten bildet, ohne jedoch dessen Jahrring zu werden, da er den Bast des ersten nicht berührt und ausserhalb desselben sich bildet; auch ist er dann immer durch eine Schichte Rindenparenchym's von den ersten getrennt.

12. Die meisten Bäume und ausdauernden Gewächse mit zwei Samenlappen besitzen einen kegelförmigen Stamm und eben solchen Holzzylinder, und jeder später gebildete Zylinder wird immer über den früheren, älteren geschoben, dessen in Aeste übergehende Spitze er vollkommen umschliesst. Da hier sich keine isolirten Gefässbündel, wie bei vielen anderen Gewächsen finden, und jeder Zylinder insofern vollkommen geschlossen ist, als wir die Oeffnungen für den Durchgang der früher gebildeten Aeste als höchst nothwendig betrachten, und diese überdiess durch die Astmasse erfüllt sind; so wird nie eine spätere, jüngere Holzlage zwischen die früheren, älteren geschoben, und letztere nicht nach Aussen gedrängt (s. 10. Satz): sondern jeder Holzzylinder bleibt kegelförmig, und der obere Stammtheil zunächst der Terminalknospe liegend, wird nie denselben Durchmesser, wie der Wurzeltheil desselben, erreichen können. Das Bilden oder Wachsen neuer Holzmassen (Holzkreise oder isolirter Bündel) erfolgt jedoch bei beiden Pflanzenreihen, Mono- und Dikotyledoneen, gleich.

13. Nicht allein die baumartigen Farren haben vom Baste scheidenartig d. h. ganz umschlossene Gefässe,

auch Populus, Fagus, Hackea, Robinia, Metrosideros und die meisten zweisamenblättrigen Geschlechtspflanzen. In dem Holze (bestehend aus Bast und Gefässen s. Satz 2—3.) dieser Gewächse stehen die Gefässe zerstreut und die Bastzellen umhüllen sie.

14. Nicht immer sind die Gefässe die überwiegende Masse des Holzes, wie es bei den Zapfenbäumen statt findet; gewöhnlich ist es der Bast, z. B. bei Hackea verhält sich Bast zu Gefäss, wie 10:1; bei der Buche wie 2:1; bei der Glanzfeige (Ficus nitida) wie 3:1. u. s. w.

15. Man nahm an, dass die Monokotyledoneen zerstreute, isolirte Gefässbündel besitzen, die Dikotyledoneen aber Holzringe; bei vielen Kräutern mit zwei Samenlappen finden wir sie ebenfalls zerstreut, wie bei Epimedium; und in den jüngsten Knospen sind sie es stets, — daher fällt auch dieser Unterschied weg. So fällt auch das Ringbilden zusammen, indem die Holzkörper einiger Gräser und anderer einsamenlappiger Gewächse ebenfalls Ringe bilden, und es Monokotyledoneenstämme von hohem palmenartigem Wuchse gibt, an denen man mehrere trennbare Holzschichten unterscheiden kann.

16. Auch nahm man an und lehrte: das Holz der Zapfenbäume bestehe in den älteren Jahrringen ganz aus Gefässen; — jedoch findet sich an jedem, auch dem ältesten Jahrringe eine sehr dünne Bastschichte, und ihrer Dünne wegen wurde sie übersehen.

17. Alle Physiologen sagten, der neue Holzkörper (den man mit der diessjährigen neuen Pflanze parallelisirte) werde zwischen Bast und Holz (nach Einigen zwischen Holz und Rinde) gebildet, und die dem Holze zugekehrte Seite werde Holz, die dem Baste zugekehrte werde Bast und gehöre zur Rinde;

18. Diess ist aber nicht so; die neue Holzlage bil-

det sich in einer Trennung des vorhergehenden Bastes, ebenfalls zur vorhergehenden Holzlage gehörend, indem derselbe sich in zwei Theile oder Schichten spaltet, deren innere dem Holze zufällt, und die Begränzung des Jahrringes in vielen Fällen bildet, die äussere aber der Rinde angehört; auch bildet sich nun in der Trennung des früheren Bastes

19. Bast und Holz selbstständig, und diese Vereinigung beider Theile in noch weichem Zustande nennt man Splint. Es gehen daher dessen einzelne Theile (Bast und Gefässe) nicht in einander über (s. Satz 4—5), sondern nach der allgemeinen Regel (s. Satz 3, 6 und 7) liegt die Gefässschichte nach Innen, und drückt die, dem vorjährigen Holze anheimgefallenen Bastzellen, während die neue Bastschichte nach Aussen (peripherisch) liegt, und die vorjährige durch allmäliges Auswärtsschieben zur Rinde macht.

20. Auch entsteht mit jeder neuen Holzlage eine neue dünne Parenchymschichte an der Aussenfläche des neuen Bastes und der inneren Seite des alten, welche früher saftig ist, und später in Korkgewebe übergeht, und der abgestorbenen Rinde die braune Farbe ertheilt, wodurch wir auch in der Rinde Schichten gebildet finden, abwechselnd aus Bast und Kork bestehend.

21. Das Holz der Pflanzen vergrössert sich oder wächst demnach von Aussen nach Aussen, die Rinde aber von Innen nach Innen.

22. Der gesammte Holzzylinder, jeder einzelne Holzbündel und so auch alle Theile vergrössern sich nach oben auf zweierlei Weise, erstens durch Ueberlegen und Durchkreuzen der Holzbündel an der Spitze des Stammes, wo die Centralknospe steht, und zweitens durch den Längenwachsthum der einzelnen Gefässe und

des Bastes durch Aufeinandersetzen der Gefässe und Bastzellen.

23. Bei den Pilzen und vielen Zellpflanzen findet eine Vergrösserung der Masse an der ganzen Oberfläche statt, und sie wachsen daher wie alle übrigen von Aussen nach Aussen.

24. Bei einigen jedoch, z. B. der Wasserseide, dem Armleuchter (Conferva und Chara) ist der Wachsthum in die Dicke bloss im ersten Bilden vorwaltend, und erlischt später fast völlig, wodurch das Aufsetzen der Glieder dieser, ganz aus übereinander gestellten Zellen gebildeten, Pflanzen geschieht. Hier ist Mohl's terminaler Wachsthum vorherrschend.

25. Wir müssen im Wachsthum selbst zwei Richtungen annehmen: die erste geht von Aussen nach Aussen, der exogene oder peripherische Wachsthum (vegetatio exogena, peripherica), die zweite von unten nach oben, der Wachsthum nach der Höhe oder der endständige Wachsthum (vegetatio terminalis), und beide Richtungen müssen in jeder Pflanze, nur mehr oder minder überwiegend, vorkommen.

26. Da die Spitze jedes Körpers zur Aussenfläche gehört, und durch Abplattung zur wirklichen Oberfläche werden kann, so bleibt der terminale oder Höhenwachsthum immer nur ein äusserer, und fällt auch so mit dem peripherischen zusammen.

27. Der peripherische Wachsthum ist eine Vergrösserung der Pflanze als Ganzes, und muss sorgfältig vom Wachsthum der bereits entstandenen Elementarorgane getrennt werden, bei welchem letzteren eine Vergrösserung durch Interpositio der Pflanzen-Elementarstoffe wahrgenommen wird. Das Internodium, Blatt, der Stengel, Halm, die Zelle, Häute und Gefässe wachsen oft ohne

Anlegen neuer Schichten, durch inneren ungekannten Stoffwechsel, während die ganze Pflanze, der Baum, überdiess auch noch durch peripherische Anbildung neuer jüngerer Organe wächst.

28. Wie die Elementarorgane der höheren Pflanzen, so wachsen auch die sogenannt ungetheilten, mithin einzelligen, Faserpilze, Schimmel, Conferven und die Sporen anderer Cryptogamen durch Interpositio der Elementarstoffe, und die Spore dehnt im Keimen ihre Häute fädig, ohne Gliederbildung, wenn sie gliederlose, ungetheilte, Keimfäden besitzt; im entgegengesetzten Falle wird der terminale Wachsthum vorherrschend, sie setzt Zellglied über Zellglied, wächst mithin analog der Pflanze als Ganzes, und die Spitze des Keimfadens ist der jüngstgebildete aufgesetzte Theil, gleich der Spitze (Terminalknospe) der Gefässpflanzen, während bei dem Wachsthume durch Interpositio als Dehnung, die Spitze nur der älteste, bloss vorgeschobene Theil ist.

29. Wenn wir den Wachsthum, als das, was er ist, als eine allgemeine Vergrösserung betrachten, so müssen wir ihn in folgende Glieder zerfällen:

1) in Wachsthum durch Interpositio der Elementarstoffe,
2) in Wachsthum durch Juxtapositio der Elementarorgane;

und in jedem dieser beiden Glieder ist abermals die peripherische oder terminale Richtung überwiegend. Bei dem ersten Gliede kann das anatomische Messer kein An- oder Zwischenlagern neuerer Organe nachweisen, wie bei dem zweiten, und in vorliegenden Blättern war nur von diesem letzteren die Rede.

30. Aber der Wachsthum durch Juxtapositio der Elementarorgane ist nicht denkbar, ohne dem Wachsthum durch Interpositio der Elementarstoffe.
